



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

MELHORAMENTO GENÉTICO DE PIMENTA
BIQUINHO SALMÃO (*Capsicum chinense* Jacq.):
AVANÇO DE GERAÇÕES E CARACTERIZAÇÃO
QUÍMICA E MORFOLÓGICA

ANA GLÁUCIA HEINRICH

Brasília – DF
Março, 2013

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

MELHORAMENTO GENÉTICO DE PIMENTA
BIQUINHO SALMÃO (*Capsicum chinense* Jacq.):
AVANÇO DE GERAÇÕES E CARACTERIZAÇÃO
QUÍMICA E MORFOLÓGICA

Orientadores:

José Ricardo Peixoto, Engenheiro Agrônomo, Dr. (FAV – UnB).

Francisco José Becker Reifschneider, Engenheiro Agrônomo, Ph.D. (Embrapa)

Brasília – DF
Março, 2013

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

MELHORAMENTO GENÉTICO DE PIMENTA
BIQUINHO SALMÃO (*Capsicum chinense* Jacq.):
AVANÇO DE GERAÇÕES E CARACTERIZAÇÃO
QUÍMICA E MORFOLÓGICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAV) da Universidade de Brasília, na área de melhoramento genético vegetal, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA:

José Ricardo Peixoto, Doutor
Professor da FAV – UnB

Francisco José Becker Reifschneider, Ph. D.
Pesquisador da Embrapa

Cláudia Silva da Costa Ribeiro, Doutora
Pesquisadora da Embrapa

Brasília, março de 2013

FICHA CATALOGRÁFICA

HEINRICH, Ana Gláucia

MELHORAMENTO GENÉTICO DE PIMENTA BIQUINHO SALMÃO (*Capsicum chinense* Jacq.): AVANÇO DE GERAÇÕES E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E MORFOLÓGICA. Orientação: José Ricardo Peixoto, Brasília 2013. 53 folhas. Monografia de Graduação (G) – Universidade de Brasília / Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2013.

CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Ana Gláucia Heinrich

MELHORAMENTO GENÉTICO DE PIMENTA BIQUINHO SALMÃO (*Capsicum chinense* Jacq.): AVANÇO DE GERAÇÕES E CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA E MORFOLÓGICA.

Grau: Engenheiro Agrônomo

Ano: 2013

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta monografia de graduação e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação e nenhuma parte desta monografia de graduação pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

Ana Gláucia Heinrich

“O SENHOR é o meu pastor, nada me faltará.
Deitar-me faz em verdes pastos, guia-me
mansamente a águas tranquilas. Refrigera a
minha alma; guia-me pelas veredas da justiça,
por amor do seu nome. Ainda que eu andasse
pelo vale da sombra da morte, não temeria mal
algum, porque tu estás comigo.”

Salmo 23

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por ter me dado força e motivação a cada novo dia.

Aos meus pais, Selsi e Carlos, e irmãs, Juliana e Daiana, que com muito carinho e apoio nunca mediram esforços para que eu concluísse essa etapa da minha vida. Ao meu namorado, Diogo Miranda pela atenção e carinho especial. E a toda minha família: avós, tios e primos que mesmo distantes sempre me motivaram e serviram de inspiração.

Ao meu orientador, Doutor Francisco Reifschneider, agradeço pelo apoio, dedicação, paciência e pelo entusiasmo ao ensinar; por me acompanhar durante o estágio e desenvolvimento desse trabalho e por estimular o meu interesse pelo conhecimento.

Ao meu orientador Doutor José Ricardo Peixoto pela total disponibilidade em me auxiliar na conclusão desse trabalho, o meu sincero agradecimento.

Aos técnicos, Athayde e Deusimar; aos colegas de estágio e pesquisadores do programa de Melhoramento Genético de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças, em especial à Sabrina Isabel de Carvalho e Carlos Francisco Ragassi pela sua essencial contribuição.

À Universidade de Brasília e professores, pelas condições e apoio oferecidos, assim como todo esforço e dedicação acadêmica durante o curso.

A todos aqueles que contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho.

Ao CNPq e Embrapa Hortaliças.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. 50 acessos de pimenta biquinho salmão em F_2 obtidos após Seleção Massal Estratificada.

Tabela 2. 17 linhagens de pimenta biquinho salmão em F_2S_2 obtidos no segundo ciclo de autofecundações.

Tabela 3. Média da produção por planta para cada uma das 17 linhagens analisadas.

Tabela 4. Resultados da concentração de capsaicina em SHU com base no padrão A e B e a respectiva média para cada linhagem.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fluxograma das atividades realizadas ao longo do programa de melhoramento genético da pimenta biquinho salmão.

Figura 2. Valores médios de comprimento do fruto, largura do fruto e comprimento do bico (medido a partir de 5 mm de espessura) para as linhagens caracterizadas.

Figura 3. Amostra de frutos da linhagem CNPH 35.112.

Figura 4. Número de linhagens para cada categoria de espessura média da parede do fruto.

Figura 5. Número de linhagens para cada categoria de número médio de lóculos.

Figura 6: Número de linhagens para cada categoria de comprimento médio do pedicelo.

Figura 7: Número de linhagens para cada categoria do número médio de sementes por fruto.

Figura 8: Número de linhagens para cada categoria de aroma do fruto.

Figura 9. Regressão entre a média do comprimento do bico do fruto e o comprimento do fruto e coeficientes da análise da regressão. Valores significativos pelo teste F ANOVA a 0,05%.

Figura 10. Amostra da diversidade de formas e tamanhos dos frutos entre as linhagens analisadas.

Figura 11. Cromatograma do HPLC da linhagem CNPH 35.093 mostrando o pico de capsaicina (**b**) em comparação com o cromatograma da capsaicina padrão (**a**).

SUMÁRIO

1. Resumo.....	10
2. Introdução	11
3. Referencial Teórico	12
3.1. As Pimentas <i>Capsicum</i>	12
3.2. Domesticação e Cultivo de <i>Capsicum</i>	13
3.3. Importância Econômica das Pimentas <i>Capsicum</i>	15
3.4. Recursos Genéticos e Melhoramento de <i>Capsicum</i>	16
3.5. <i>Capsicum chinense</i>	18
3.5.1. Características Morfológicas da Pimenta Biquinho	19
3.5.2. Características da Produção da Pimenta Biquinho	20
4. Hipóteses.....	22
5. Objetivo	23
5.1. Objetivo Geral	23
5.2. Objetivos Específicos.....	23
6. Material e Métodos	24
6.1. Implantação do Experimento.....	24
6.1.1. Campo e Casa de Vegetação	24
6.2. Condução do Experimento.....	26
6.3. Método de Avaliação	27
6.3.1. Produtividade	27
6.3.2. Características Morfológicas	27
6.3.3. Características Químicas	28
6.3.4. Análise Estatística	29
7. Resultados e Discussão	30
7.1. Produtividade	30
7.2. Características Morfológicas	30
7.3. Características Químicas	32
8. Conclusões	33
9. Referências Bibliográficas	34
10. Tabelas.....	38
11. Figuras.....	43

Resumo

As pimentas da espécie *Capsicum chinense* são reconhecidas como as mais brasileiras, principalmente em função de sua domesticação ter ocorrido por indígenas da região amazônica. Representante dessa espécie, a pimenta biquinho, vem sendo cada vez mais valorizada no mercado consumidor especialmente em forma de conservas, sendo atrativa principalmente pelo sabor suave e ausência de picância. Apesar da grande demanda do mercado, são poucas as cultivares uniformes disponíveis. Em 2009, um lote comercial de pimenta biquinho vermelha cultivado na Embrapa Hortaliças, Brasília, Distrito Federal, apresentou grande desuniformidade, inclusive na coloração de frutos. Com o objetivo de aumentar a frequência do alelo que confere a coloração salmão, apenas sementes das poucas plantas com frutos dessa cor foram coletadas. Um campo de biquinho salmão foi gerado a partir dessas sementes com aproximadamente 500 plantas das quais cerca de 5% apresentavam coloração vermelha, característica do lote comercial, sendo, portanto, descartadas. Desta população de plantas salmão foram selecionadas 50 plantas utilizando Seleção Massal Estratificada. Essas plantas originaram 50 linhagens que serviram como base para o avanço de 2 gerações por meio de autofecundações realizadas em telado. Atualmente, 17 linhagens encontram-se em F₂S₂. As linhagens foram caracterizadas agronomicamente em campo quanto à sua produtividade, morfológicamente através do uso de 11 descritores propostos pelo Bioversity International e quimicamente por meio do uso de HPLC. As linhagens obtidas apresentaram grande variabilidade e estima-se que uma dessas linhagens poderá dar origem a uma cultivar de biquinho salmão.

1. Introdução

As pimentas e pimentões do gênero *Capsicum*, exclusivos das Américas, representam parte valiosa da biodiversidade brasileira além de possuírem grande valor comercial (Ribeiro *et al.*, 2008). Produtos de pimenta vermelha, pungentes e não pungentes, representam, em volume, uma das mais importantes commodities de tempero no mundo. Elas adicionam aroma de especiarias e coloração aos alimentos, além de fornecerem vitaminas e minerais essenciais (Bosland & Votava, 2000).

No Brasil, a produção de pimentas se estende por todo o território, desde o Rio Grande do Sul até Roraima, com uma rica variação de tamanhos, cores, sabores e picância, incluindo alguns tipos originários daqui. A malagueta, a habanero, a jalapeño, a bode, a pimenta-de-cheiro, a biquinho e a cumari destacam-se nesse cenário (Ribeiro *et al.*, 2008).

Entre essa variedade de pimentas, a biquinho, *Capsicum chinense*, em sua diversidade de cores, vem despertando o interesse dos produtores que buscam um bom retorno financeiro, principalmente através do seu processamento e venda de conservas. Entretanto, para que a cadeia produtiva dessa pimenta continue a crescer é necessário que alguns obstáculos sejam vencidos a fim de tornar a produção padronizada, estável e de qualidade. Atualmente, um dos problemas enfrentados pelos produtores é a carência de cultivares com características que atendam as demandas da indústria e dos consumidores. O melhoramento genético é uma ferramenta que pode auxiliar a superar esses desafios através da caracterização morfológica e agronômica de materiais de pimenta que posteriormente servirão como base para o desenvolvimento de novas cultivares de biquinho.

2. Referencial Teórico

2.1. As Pimentas *Capsicum*

As pimentas *Capsicum* são membros da família Solanaceae, grande e economicamente importante família que inclui, a berinjela, a batata, o tabaco e o tomate. Todas as espécies de *Capsicum* são originárias do Hemisfério Ocidental e são nativas das regiões tropicais das Américas (DeWitt & Bosland, 2009).

O gênero *Capsicum* apresenta grande diversidade genética e possui 32 espécies identificadas (DeWitt & Bosland, 2009). Entretanto, apenas as espécies, *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens* são consideradas domesticadas (Heiser, 1995), sendo tal classificação feita de acordo com o nível de domesticação e características morfológicas de flores e frutos, dentre outras características (Carvalho *et al.*, 2003).

As pimentas desse gênero apresentam diferentes graus de pungência. A picância de cada pimenta é determinada pela concentração de capsaicinóides, exclusivos do gênero *Capsicum* (Ishikawa *et al.*, 1998), encontrados na placenta dos frutos da pimenta, local onde as sementes estão inseridas. Dentre os 14 capsaicinóides já identificados, a capsaicina e a dihidrocapsaicina, são as mais importantes, sendo que a primeira corresponde a cerca de 71% do total na maioria das variedades (Kosuge & Furuta, 1970).

Botanicamente, essas pimentas constituem subarbustos perenes quando crescem nos seus habitats nativos, porém se desenvolvem como anuais em climas mais frios (DeWitt & Bosland, 2009). Possuem flores hermafroditas e frutos do tipo baga caracterizados por uma infinidade de cores, tamanhos e formas, além de apresentarem sistema radicular pivotante. A maioria das espécies deste gênero é diplóide, e possui 24 ($2n = 2x = 24$) ou 26 cromossomos ($2n = 2x = 26$) e tem um ou dois pares de cromossomos acrocêntricos com dez ou onze pares de cromossomos metacêntricos ou submetacêntricos. *C. annuum* e *C. chinense* diferem entre si por meio de duas permutas cromossômicas (Ribeiro *et al.*, 2008).

O complexo *Capsicum annuum* inclui as variedades de pimentões, pimentas doces e algumas ornamentais e é a espécie mais cultivada no Brasil. Já *C. baccatum*, que inclui as pimentas dedo-de-moça e chapéu-de-frade, é cultivada principalmente nas regiões Sul e Sudeste do país. *C. chinense* é a mais brasileira das espécies domesticadas, tem como tipos mais conhecidos, a biquinho, a pimenta-de-cheiro e a murici. *C. frutescens* inclui as pimentas malagueta e a tabasco que são extremamente picantes, sendo cultivadas em todo o país. A espécie *C. pubescens* não é cultivada no Brasil e é pouco conhecida no país (Reifschneider, 2000).

2.2. Domesticação e Cultivo de *Capsicum*

O processo de domesticação das espécies de *Capsicum* ocorreu de maneira independente pela ação do homem sob espécies selvagens em diferentes regiões do México, América Central e América do Sul (Andrews, 1984). Acredita-se que essas espécies selvagens façam parte da dieta humana desde muito antes de sua domesticação, não apenas como condimento e sim como fonte de alimento há pelo menos 7.200 anos (DeWitt & Bosland, 2009). As civilizações antigas acreditavam que as pimentas detinham poderes místicos e espirituais, por isso eram adoradas como um presente dos deuses. Nas civilizações Asteca, Maia e Inca elas tiveram grande importância e eram consumidas em jejum, afim de conquistar favores e agradar aos deuses (Bosland & Votava, 2000).

Acredita-se que as primeiras variedades de pimenta se desenvolveram em uma área delimitada por montanhas desde o Brasil, estendendo-se pela Bolívia a oeste, e pelo Paraguai e norte da Argentina ao sul. Essa região abriga a maior concentração de espécies selvagens de pimenta do mundo e, somente lá, crescem representantes das principais espécies domesticadas do gênero. Uma combinação de evidências arqueológicas, de análises genéticas e de distribuição moderna das plantas leva a crer que *C. annuum* tenha sido domesticada inicialmente no México ou norte da América Central, *C. frutescens* no Caribe, *C. baccatum* nas planícies da Bolívia, *C. chinense* nos planaltos do norte da Amazônia e *C. pubescens* em locais de altitude média do sul dos Andes (Junior, 1995). De acordo com os cientistas, os pássaros foram os primeiros

responsáveis pela dispersão dessas pimentas a partir dessa região. Características comuns das espécies silvestres, como frutos com a coloração vermelha quando maduros e que se destacam facilmente do pedicelo confirmam essa teoria (DeWitt & Bosland, 2009).

Ao longo de sua evolução o homem selecionou sementes de pimenta com frutos grandes, não decíduos e pendentes (DeWitt & Bosland, 2009). Ao selecionar e preservar esses tipos mais atraentes e produtivos, as modificações genéticas foram mantidas pelos primeiros “agricultores”. É provável que as primeiras cultivares de pimenta tenham sido obtidas por seleção massal, um dos mais antigos métodos de melhoramento genético de plantas, que consiste em escolher plantas superiores com base em avaliação visual (Ribeiro & Reifschneider, 2008).

Após milhares de anos, os portugueses em suas expedições exploradoras, em muito motivados pela busca por especiarias, especialmente as pimentas do gênero *Piper*, ao chegarem ao Brasil encontraram uma alternativa muito interessante nas pimentas do gênero *Capsicum*, que quando comparadas a pimenta do reino são ainda mais pungentes. A distância entre Brasil e Portugal, muito inferior aquela entre Portugal e Índia, facilitou o desenvolvimento e crescimento do comércio dessa especiaria (Reifschneider, 2000). Na Europa, Ásia e África, as pimentas, desconhecidas até então, foram introduzidas por Cristóvão Colombo e pelos portugueses (Bosland & Votava, 2000).

No continente americano, as pimentas já possuíam relativa importância para os nativos da região bem antes da chegada dos portugueses. Acredita-se que os indígenas da época as utilizavam de diversas maneiras seja na forma medicinal ou como alimento e tempero principalmente em festas e rituais. Relatos como os de Hans Staden, náufrago alemão, que viveu no Brasil juntamente com tribos indígenas no anos de 1547 até 1555 confirmam esta hipótese. Segundo este autor as pimentas serviam também como armamento em guerras, possivelmente em função da sua picância (Reifschneider, 2000).

Dessa maneira, na Europa, na África e na Ásia as pimentas *Capsicum* foram facilmente integradas à cozinha, possivelmente pela errônea associação dessas pimentas

como sendo uma variação de *Piper nigrum*. Além disso, a grande diversidade de pimentas existente no Brasil permitiu que ela viajasse o mundo, carregada nas embarcações através das extensas rotas comerciais espanholas e portuguesas nos séculos XVI e XVII e hoje fazem parte da culinária típica de vários países (Bosland *et al*, 2000; Reifschneider, 2000).

2.3. Importância Econômica das Pimentas *Capsicum*

As pimentas são cultivadas em praticamente todos os países no mundo. A Ásia é o continente que abriga as maiores áreas de cultivo e a América do Norte e a Europa Ocidental são regiões com produção de grande importância. As pimentas constituem uma importante fonte de vitaminas antioxidantes A, C e E e estão presentes em grandes concentrações em diversas variedades (Bosland *et al.*, 2000).

A produção de pimenta cresceu significativamente nos últimos anos. Estima-se que atualmente a demanda deste mercado seja de aproximadamente 80 milhões de reais, valores que reforçam a representatividade dessa cadeia do agronegócio. Segundo dados do Trade Information Brief (TIB, 2005), o aumento no consumo de pimentas em escala mundial é justificado pelo aumento da renda além da maior preocupação com uma dieta saudável em países desenvolvidos e é reflexo do aumento da produção e industrialização em países em desenvolvimento.

No mercado brasileiro, esse segmento é composto desde os pequenos produtores e pequenas agroindústrias, até grandes indústrias exportadoras, responsáveis pela produção de uma grande variedade de produtos e subprodutos, usos e formas de consumo como é o caso de conservas, molhos, pimenta desidratada e frutos na forma *in natura* (Ribeiro *et al.*, 2008). Segundo dados da FAO, em 2010 foram cultivados cerca de 3,8 milhões ha de pimentas e pimentões por todo o mundo, totalizando uma produção de 30,6 milhões de toneladas (FAO, 2012). No Brasil, a produção ocorre em praticamente todas as regiões tendo como principais estados produtores, Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará, e Rio Grande do Sul totalizando anualmente cerca de 75.000 toneladas.

As quantidades de pimenta incluídas na dieta alimentar brasileira ainda são pequenas, embora esta cultura seja consumida por boa parte da população (Ribeiro *et al.*, 2008). Considerando o consumo em países asiáticos, como China, Tailândia, Japão, entre outros, que está entre 5 a 8 gramas/pessoa/dia, observa-se o potencial de expansão que existe nesse mercado (Ribeiro *et al.*, 2008).

A importância do cultivo de pimenta no Brasil deve-se, tanto pelas características de rentabilidade, principalmente quando o produtor agrega valor ao produto e pela necessidade de poucos investimentos, quanto pela importância social, por empregar elevada mão de obra, principalmente na agricultura familiar (Rufino & Penteado, 2006). Além disso, o agronegócio da pimenta tem movimentado a participação de grandes agroindústrias que mantém integração com os produtores. Desde o preparo da terra até a colheita, o agronegócio da pimenta gera entre 3 a 4 empregos diretos, com uma renda bruta que pode variar entre R\$ 4 e 12 mil/ha/ano (Panorama Rural, 2006). A pimenta biquinho, neste contexto, por possuir características de interesse, como boa rentabilidade e boa aceitação pelo mercado consumidor, constitui uma interessante alternativa a produtores que pretendem agregar valor aos seus produtos e aumentar sua renda.

2.4. Recursos Genéticos e Melhoramento de *Capsicum*

Capsicum engloba uma multiplicidade de formatos, cores e tamanhos de frutos. Os frutos imaturos são verdes, amarelos, brancos ou roxos e os frutos maduros podem apresentar tonalidades entre vermelho, laranja, marrom, amarelo, verde ou branco (DeWitt & Bosland, 2009).

O Brasil abriga diversas espécies de *Capsicum* e é considerado centro de diversidade de muitas delas. Em função dessa grande diversidade, existe grande preocupação no que diz respeito a sua conservação. Além disso, sabe-se que os recursos genéticos de uma espécie, incluindo espécies silvestres, variedades nativas, linhas puras, cultivares de polinização aberta, híbridos, entre outras, são a fonte de variabilidade para que caracteres de interesse possam ser selecionados em programas de

melhoramento. No final da década de 60, a defesa pela manutenção e conservação da biodiversidade em condições ambientais favoráveis através de bancos de germoplasma, ganhou grande impulso pela sensibilização da comunidade científica e dos governantes (Ribeiro *et al.*, 2008).

A partir de então, parte da diversidade de *Capsicum* tem sido preservada em bancos de germoplasma em instituições brasileiras, como a Universidade Federal de Viçosa (UFV), que mantém o BAG-UFV, o Centro Tecnológico da Zona da Mata (CTZM), a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), que mantém o BAG-IAC, e a Embrapa Hortaliças, que mantém o BAG-Embrapa Hortaliças. Entretanto, essas coleções ainda são constituídas, em sua maioria, por espécies domesticadas e apresentam poucos representantes de espécies silvestres (Bianchetti *et al.*, 2005).

Atualmente, o Banco de Germoplasma da Embrapa é o maior da América do Sul e é considerado o segundo maior do mundo. Ele é formado por mais de 4.200 acessos, incluindo cultivares de polinização aberta, híbridos, variedades cultivadas, linhagens e materiais silvestres. Essa coleção foi criada há mais de 30 anos e seus acessos são originários de várias regiões brasileiras e outros países (Ribeiro *et al.*, 2008).

Além dos bancos brasileiros, outros países também mantêm coleções de *Capsicum*. A coleção do USDA (United States Department of Agriculture) é a maior do mundo, está localizado na Geórgia, e conserva aproximadamente 5.000 acessos. Outras coleções consideradas importantes estão localizadas na Ásia, como o Asian Vegetable Research and Development Center (AVRDC) e na Alemanha, no Central Institute for Genetics and Germplasm (Bosland & Votava, 2010).

O principal objetivo de um programa de melhoramento genético é aumentar a frequência de alelos favoráveis, melhorando determinadas características de interesse em uma população. A Seleção Massal Estratificada é um exemplo de técnica empregada nesses programas (Allard, 1971). Ela foi sugerida por Gardner, em 1961, como alternativa para atenuar influências ambientais sobre a Seleção Massal, como por exemplo, a heterogeneidade do solo. A Seleção Massal Estratificada se torna

geneticamente mais eficiente que a Seleção Massal porque controla a heterogeneidade ambiental dividindo-se a área do experimento em estratos e praticando a mesma intensidade de seleção em cada estrato.

O agronegócio da pimenta apresenta um futuro promissor com grandes perspectivas e potencialidades dada a sua versatilidade para fins culinários, industriais, medicinais e ornamentais. Além disso, verifica-se a que há no Brasil uma demanda crescente por novas cultivares de pimenta que aliem características agronômicas de interesse como maior qualidade, produtividade e resistência às doenças (Buso *et al.*, 2001). Entretanto só haverá aumento da produção e redução dos impactos ambientais se a diversidade genética disponível for utilizada de maneira eficiente. Os desafios do agronegócio pimenta podem ser vencidos através do melhoramento genético e obtenção de materiais comerciais com altos padrões de qualidade e produtividade, como é o caso de novas cultivares de pimenta biquinho. Com esse objetivo as coleções atuais de germoplasma devem ser enriquecidas através do intercâmbio de matérias e através de novas coletas de germoplasma.

2.5. *Capsicum chinense*

Capsicum chinense, como todas as outras espécies de *Capsicum* é originária do hemisfério Ocidental. Apesar da designação incorreta chinense (da China), esse nome ainda é utilizado devido a uma convenção entre taxonomistas em manter o primeiro nome dado à espécie quando descoberta. Essa espécie é popular em todas as regiões tropicais e a mais comum entre as pimentas no Caribe, sendo que a bacia amazônica abriga a maior diversidade. Seus frutos têm formatos diversos e podem ser suaves, doces e aromáticos ou até mesmo extremamente picantes (Ribeiro *et al.*, 2008). Uma de suas representantes, a ‘Bhut Jolokia’ é dita como uma das pimenta mais picante do mundo com mais de 1.000.000 SHUs (DeWitt & Bosland, 2009).

No Brasil, a espécie *C. chinense* é cultivada com maior destaque na região do triângulo mineiro, no estado de Minas Gerais (Carvalho & Bianchetti, 2008). Evolutivamente, as espécies *C. chinense* e *C. frutescens* são muito semelhantes e podem ser diferenciadas pela presença de uma constrição anelar existente no cálice dos frutos

de *C. chinense* (Carvalho *et al.*, 2003). Além disso, apresentam forte aroma que é considerado muito distinto daquele das demais espécies de pimenta domesticada. Entre as pimentas dessa espécie, a Habanero, a pimenta-de-cheiro, a murupi, a pimenta de bico, a bode e a cumari-do-pará são seus tipos mais conhecidos.

3.5.1. Características Morfológicas de Pimenta Biquinho

Atualmente a literatura apresenta poucas informações sobre a grande variedade de pimentas da espécie *C. chinense* (Jarret & Berke, 2008). Muito pouco se sabe ainda sobre as características morfológicas, variação de cores, e variação da concentração de capsaicinóides em pimenta tipo biquinho, apesar da grande importância do seu cultivo no país. Nesse sentido, trabalhos de pesquisa que utilizem caracterização de espécies domesticadas de *Capsicum* são considerados de grande importância visto que a variabilidade dessas espécies ainda é pouco conhecida e documentada e servem como base para estudos atuais.

As plantas de *C. chinense* podem atingir entre 0,45 a 0,76 metros de altura, dependendo das condições ambientais, sendo que algumas variedades perenes podem atingir até mais de 2 metros, em climas tropicais. Possuem múltiplos caules e hábito de crescimento ereto, prostrado ou compacto e sistema radicular pivotante. As folhas variam do verde pálido ao médio, são grandes e enrugadas, chegando a 6 centímetros de comprimento e 4 centímetros de largura (Smith & Heiser, 1957; DeWitt & Bosland, 2009).

As flores têm corolas brancas, anteras e filamentos púrpura e são hermafroditas, mas as taxas de polinização cruzada podem variar entre e dentro das espécies de *Capsicum* entre 0,5 a 70%, o que as classifica no grupo intermediário entre alógamas e autógamas (Casali & Couto, 1984). As plantas possuem entre 2 e 6 frutos por nó. Os frutos são pendentes e campanulados e alguns são alongados e pontudos no final, outros são achatados semelhantes a um gorro, possuindo polpa firme. Eles frequentemente tem entre 2,5 cm de comprimento e 1 ou 2 cm de largura, verdes quando imaturos, e de cores salmão, laranja, amarela, vermelha, marrom ou branca quando maduros. De acordo com Carvalho *et al.*, 2006, os frutos de pimenta biquinho são pequenos com 2,5

a 2,8 cm de comprimento e 1,5 cm de largura e formato triangular com ponta bem pontiaguda . As espécies de *C. chinense* têm em média entre 80.000 e 150.000 SHUs (Smith & Heiser, 1957; DeWitt & Bosland, 2009).

As plantas dessa espécie se desenvolvem melhor em áreas com alta umidade e noites quentes. Suas sementes tem cor de palha com margem ondulada e raramente suave, tendem a demorar para germinar e seu crescimento é lento com duração entre 80 e 120 dias, ou mais. Todas as variedades produzem o ano todo e levam cerca de 200 dias para produzir frutos maduros (DeWitt & Bosland, 2009).

3.5.2. Características da Produção de Biquinho

Grande parte dos pequenos agricultores brasileiros cultivam variedades locais de *Capsicum* que são obtidas a partir de vários ciclos de seleção realizadas por eles, muitas vezes motivados pela falta de cultivares disponíveis no mercado. Como resultado disso, pode haver grandes perdas na produção em função da baixa qualidade dos frutos colhidos.

No Brasil o consumo de pimentas *in natura* define o volume de produção devido às variáveis preferências em cada região (Ribeiro *et al.*, 2008). Ou seja, em função da demanda pelos consumidores e da qualidade dos produtos vendidos o preço de venda das pimentas pode oscilar bastante. De acordo com o Boletim Diário de Preços do mercado Ceasa, de Uberlândia, Minas Gerais, em 30 de agosto de 2012 a pimenta biquinho foi vendida a R\$ 7,00/kg. Entretanto, de acordo com a Cotação Mensal dos Preços Praticados no Mercado CEASA do Rio de Janeiro, em maio de 2012, o preço da pimenta biquinho variou entre R\$ 14,00 e R\$ 20,00/kg.

Levando em consideração as variações de consumo das pimentas em diferentes regiões do país e que a pimenta biquinho pode atingir alto valor comercial, ela tem se mostrado uma alternativa interessante para as famílias de pequenos produtores. É possível cultivá-la em pequenas áreas com um número reduzido de plantas e ainda assim, obter uma renda satisfatória. Seu consumo é bastante apreciado, principalmente

na sua forma processada como conserva em função do aroma, crocância e ausência de picância.

4. Hipóteses

- É possível que sejam desenvolvidos novos materiais comerciais de pimenta a partir da seleção e avanço de gerações de materiais que apresentem características desuniformes;
- É possível desenvolver novos materiais comerciais de pimenta que apresentem características estáveis e uniformes, doces e que apresentem coloração salmão;
- Existe demanda por parte dos produtores por materiais de pimenta biquinho que não sejam de coloração vermelha.

5. Objetivo

5.1. Objetivo Geral

- Dar continuidade ao Programa de Melhoramento Genético de *Capsicum* desenvolvido pela Embrapa Hortaliças, através do avanço de gerações e da caracterização morfológica, agronômica e química de linhagens de pimenta biquinho salmão (*Capsicum chinense*).

5.2. Objetivos Específicos

- Identificar linhagens promissoras, ou seja, com características superiores que possam dar origem a uma cultivar de pimenta biquinho salmão;
- Caracterizar morfológicamente linhagens de pimenta biquinho salmão utilizando 11 descritores propostos pelo Bioversity International: comprimento do fruto, largura do fruto, superfície do fruto, peso do fruto, comprimento do pedicelo, espessura da parede, número de lóculos, cor da semente, superfície da semente, número de sementes por fruto e pungência de frutos maduros;
- Caracterizar agronomicamente as linhagens de biquinho salmão considerando a sua produtividade;
- Caracterizar quimicamente as linhagens de biquinho salmão considerando a concentração de capsaicina, utilizando o método de HPLC (High-performance liquid chromatography).

6. Material e Métodos

6.1. Implantação do Experimento

6.1.1. Campo e Casa de Vegetação

Em março de 2009, foram coletadas sementes de plantas com frutos de coloração salmão em um lote comercial de pimenta biquinho vermelha cultivado na Embrapa Hortaliças, Brasília, Distrito Federal, que apresentou grande desuniformidade, inclusive na coloração de frutos. As sementes selecionadas foram plantadas e deram origem a um campo com aproximadamente 500 plantas das quais cerca de 5% apresentaram frutos vermelhos, sendo, portanto eliminados. Em maio de 2010, a área de cultivo com plantas de frutos de coloração salmão, foi então dividida em 5 parcelas com mesma dimensão, com o objetivo de realizar Seleção Massal Estratificada para escolha de genótipos.

A seleção foi baseada na análise de características fenotípicas, como conformação da copa, tamanho da planta, estado fitossanitário e produtividade além de variabilidade de formas, cores, tamanho, e sabor dos frutos. Nesse sentido, todas as linhas de plantio foram percorridas e cada planta foi examinada individualmente. Com base na avaliação visual e considerando essas características de interesse, foram selecionadas 10 plantas em cada um dos 5 blocos.

Os frutos das 50 plantas selecionadas que estavam na segunda geração, F_2 , foram colhidos individualmente e as sementes foram plantadas em casa de vegetação. Os 50 genótipos obtidos (tabela 1) foram semeados e transplantados para vasos mantidos em casa de vegetação, onde foram avançados por meio do primeiro ciclo de autofecundações. No final do primeiro ciclo de autofecundações, em março de 2011, apenas 42 genótipos obtiveram frutos autofecundados e foram então semeados. Entretanto, em função da baixa germinação de sementes apenas 17 acessos obtiveram número de plantas germinadas suficientes para dar continuidade ao avanço de gerações.

Após o segundo ciclo de autofecundações os 17 novos acessos obtidos (tabela 2) em F_2S_2 , foram semeados e em novembro de 2011, parte das plantas de cada um desses

acessos foi transplanta para o campo, onde foi realizada a caracterização e parte foi mantida em casa de vegetação, onde foi realizado o terceiro avanço de gerações por meio de autofecundações, sendo obtidos novos acessos que estão em F_2S_3 (figura 1).

6.2. Condução do Experimento

O experimento foi conduzido nos campos experimentais da Embrapa Hortaliças, localizado em Brasília, Distrito Federal, a partir de março de 2009. Para o primeiro avanço de gerações foram semeadas 4 sementes de cada um dos materiais em bandeja de isopor de 72 células contendo substrato comercial, PlantMax® H⁺. As bandejas foram mantidas em casa de vegetação. Duas plantas de cada material foram transplantadas após atingirem 15 centímetros de altura (ou entre 4 a 6 pares de folhas definitivas) para vasos com capacidade de 10,0 L, onde iniciou-se o primeiro ciclo de autofecundações. No período reprodutivo, as flores foram protegidas com papel alumínio antes que abrissem, impedindo a polinização cruzada e garantindo a autofecundação. Esse método garante que uma flor se autopolinize, através da transferência do pólen da antera para o estigma dessa mesma flor. Os frutos autofecundados identificados foram colhidos quando maduros e suas sementes extraídas para que pudessem ser semeadas originando a próxima geração que originando o segundo ciclo de autofecundações.

Para iniciar o terceiro ciclo de autofecundações foram utilizadas 10 sementes de cada material para semeadura, plantadas com os mesmos cuidados descritos anteriormente. Duas plantas de cada material foram transplantadas para os vasos e mantidas em casa de vegetação e os frutos submetidos à autofecundação. Paralelamente, 3 plantas de cada uma das 17 linhagens que produziram mais de 3 plantas foram transplantadas para campo assim que atingiram o tamanho necessário, para que pudesse ser realizada a caracterização. O plantio foi realizado com espaçamento de 0,6 m entre plantas e 1,2 m entre linhas.

Em campo fez-se a adubação no sulco de plantio, utilizando esterco de frango, Termofosfato Magnésiano e formulado NPK 12-14-8. Além disso, práticas como tutoramento, e adubação de cobertura foram realizadas durante o experimento. Em casa de vegetação não se utilizou delineamento estatístico, pois objetivou-se apenas realizar o avanço de gerações por meio de autofecundações.

6.3. Método de Avaliação

6.3.1. Produtividade

A produção foi estimada por meio de uma colheita realizada em 10 de agosto de 2012, quando todas as linhagens possuíam pelo menos uma planta com frutos maduros. Para cada linhagem foram coletados todos os frutos maduros presentes nas 3 plantas. A colheita foi realizada com auxílio de uma derriçadeira de café e os frutos recolhidos em uma lona plástica. Posteriormente, os frutos foram pesados em balanças de precisão a fim de se estabelecer o rendimento, ou seja, peso em quilogramas de fruto por planta.

Para realizar o cálculo da produtividade da pimenta biquinho salmão, utilizou-se a média da produção por linhagem e de acordo com o espaçamento utilizado na área de plantio foi possível estimar a produção total por hectare.

6.3.2. Características Morfológicas

A caracterização foi realizada em junho de 2012, com base em 11 descritores propostos pelo Bioversity International (IPGRI, 1995), sendo utilizados sete descritores de fruto: comprimento, largura, superfície, peso, comprimento do pedicelo, espessura da parede e número de lóculos; três descritores de semente: cor, superfície e número de sementes por fruto; e um descritor de planta: pungência de frutos maduros. Além disso, ainda foram coletadas informações sobre o comprimento do bico do fruto e aroma do fruto. Para essa análise foram considerados os valores médios das medidas obtidas com auxílio de paquímetro digital em 5 frutos maduros de cada linhagem.

Para a caracterização de aroma do fruto, foi realizada a degustação dos 5 frutos de cada linhagem e de acordo com o seu aroma, foram classificados em 3 possíveis categorias: fraco, médio ou forte. O comprimento do bico do fruto foi medido a partir do ponto em que o fruto atingia 5 mm de largura.

O conhecimento de tais características permite identificar genótipos de interesse ao melhoramento genético.

6.3.3. Características Químicas

A caracterização química foi realizada em fevereiro de 2013, através do método AOAC Official Method 995.03, (1995) que pode ser utilizado para determinação do teor de capsaicinóides entre 750 e 650.000 Unidades de Calor Scoville (SHUs). Quatro linhagens foram selecionadas através da análise dos dados obtidos na caracterização morfológica, considerando produtividade e aroma dos frutos: CNPH 35.093, CNPH 35.094, CNPH 35.099 e CNPH 35.103.

Amostras dos frutos de cada uma das 4 linhagens foram picadas e colocadas em estufa, com ventilação forçada de ar, para secagem durante 3 dias à temperatura de aproximadamente 60°C. As amostras secas foram trituradas em moinho e pesadas em alíquota de 12,5g/linhagem e colocadas em um frasco ao qual se adicionou 100 ml de etanol desnaturado. Os frascos foram acoplados a um condensador por refluxo e mantidos a 80° C, durante 5 horas. Ao final deste período, o sobrenadante foi recolhido e mantido em geladeira a 4° C, para posterior análise por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC, High Performance Liquid Chromatography).

As amostras foram filtradas através de uma membrana FG (fluoropore) em PTFE 0,45 µm de poro, hidrofóbica, com auxílio de uma seringa de 5 ml, coletando-se 2 ml do material filtrado em vials para HPLC. As condições do HPLC foram formadas por uma fase móvel composta por acetonitrila (40%) e água contendo 1% de ácido acético (60%) que atravessa uma fase estacionária formada pela coluna 150 mm x 4,6 mm x 5 µm a um fluxo de 1,5 ml por minuto, resultando em um tempo total de corrida de 30 minutos para cada amostra. Foram injetados 20µl de cada amostra em duplicatas, que percorreram a fase estacionária juntamente com a fase móvel. Os picos de capsaicinóides foram obtidos a partir de um detector do tipo fotodiodo (PDA-“photodiode array detector”) UV-vis (ultravioleta – visível), utilizando-se como referência o comprimento de onda de 280 nm. A identificação dos capsaicinóides foi baseada na comparação do tempo de retenção dos picos relativos aos capsaicinóides encontrados em amostras de padrões comerciais de capsaicina e dihidrocapsaicina. A quantificação dos capsaicinóides foi feita a partir da área do pico obtida da injeção do

padrão de capsaicina, na concentração de 0,015 mg/ml e 0,15 mg/ml, a cada 6 amostras injetadas, com base na fórmula a seguir:

$$C = (P_c/P_s) \times (C_s/W_t) \times (200/0,89) \times 16100$$

C – quantidade de capsaicina em SHU

P_c – Área do pico relativo a capsaicina

P_s - Área do pico relativo ao padrão de capsaicina

C_s – Concentração do padrão de capsaicina

W_t – Peso da amostra teste

6.3.4. Análise Estatística

As variáveis da caracterização morfológica foram avaliadas através de regressão linear simples e os dados obtidos foram submetidos à análise utilizando-se o teste F, a 5% de probabilidade (Gomes, 1959).

7. Resultados e Discussão

7.1. Produtividade

A estimativa da produtividade média para a colheita das 17 linhagens foi de mais de 12.000,00 Kg/ha, sendo que a média de produção para as linhagens foi de 0,93 Kg/planta. As linhagens CNPH 35.094 e CNPH 35.099 apresentaram as maiores médias de produção, 1,73 Kg/planta e 1,68 Kg/planta, respectivamente (tabela 3). Outras linhagens também se destacaram com boas médias de produção, CNPH 35.097, CNPH 35.098 e CNPH 35.103 com 1,46 Kg/plantas, 1,40 Kg/planta e 1,32 Kg/planta respectivamente. Esses resultados demonstram que o cultivo de pimenta biquinho salmão pode ser indicado para o incremento da renda em pequenas propriedades, visto que se pode obter boa produtividade mesmo em pequenas áreas de cultivo.

7.2. Características Morfológicas

A caracterização morfológica revelou a existência de variabilidade entre as linhagens, sendo observadas diferenças para todas as características de planta e fruto estudadas.

A largura média do fruto variou entre 12,1 mm para CNPH 35.093 e 16,6 mm para CNPH 35.103. O comprimento médio do bico do fruto variou entre 1,5 mm para CNPH 35.097 e 6,3 mm para CNPH 35.103 e 35.112. Com relação ao comprimento médio do fruto houve variação entre 19,8 mm, para CNPH 35.095, CNPH 35.098 e CNPH 35.100, e 28,5 mm, para CNPH 35.103 (figura 2). Segundo Rêgo *et al*, (2001), determinadas características morfológicas como maior comprimento dos frutos tem grande importância em função da sua alta correlação com outros caracteres de interesse como a produtividade. As linhagens CNPH 35.094, CNPH 35.103 e CNPH 35.112 (figura 3) apesar de possuírem características morfológicas diferenciadas entre si, se destacaram por apresentar frutos muito bonitos e uniformes.

Todas as linhagens estudadas apresentaram superfície lisa do fruto e a espessura média da parede do fruto variou dentre as linhagens entre 1,6 e 2,3 mm, sendo que oito linhagens possuem espessura média entre 2,0 e 2,1 mm (figura 4). As linhagens CNPH 35.095, CNPH 35.105, CNPH 35. 107 e CNPH 35.112 apresentaram os maiores valores para a espessura da parede do fruto. Linhagens com maior espessura da parede do fruto são interessantes comercialmente em função do consumo da pimenta biquinho ocorrer preferencialmente na forma de conservas pelos consumidores. A maior parte das linhagens, oito delas possuem número médio de lóculos variando entre 3 ou 4 (figura 5).

O comprimento médio do pedicelo variou entre 17,7 mm para CNPH 35.104 e 26,1 mm para CNPH 35.112 (figura 6).

Todas as sementes dos frutos caracterizados apresentaram cor amarela-pálida e superfície lisa. O número médio de sementes por fruto variou entre 16,4 e 42,6 para CNPH 35.093 e CNPH 35.099 respectivamente. Sete linhagens possuem número de sementes entre o intervalo de 28 a 33 sementes por fruto (figura 7).

Apesar do presente trabalho não ter analisado a relação entre esses caracteres, Casali *et al.* (1984) afirmam que frutos com maiores teores de matéria seca, maior comprimento, parede do fruto mais espessa e menor quantidade de sementes determinam o aumento da firmeza do fruto. Ainda segundo esses autores o aumento da firmeza é um importante aspecto de qualidade para o processamento e o consumo *in natura* dos frutos, considerando que eles têm maior tolerância ao transporte e permitem maior tempo de comercialização.

As linhagens avaliadas possuem aroma característico: dez delas apresentaram aroma forte ou médio, sendo que duas delas, CNPH 35.093 e CNPH 35.103 se destacaram por apresentar aroma forte (figura 8). Esses resultados corroboram com Pino *et al.* (2007) que concluíram que pimentas com frutos de cores laranja e marrom possuem melhor composição química relacionada ao aroma do que variedades de frutos vermelhos.

A análise dos gráficos de regressão revelou que existe relação entre os caracteres quantitativos da caracterização morfológica, embora essa associação seja baixa, por apresentar baixo coeficiente de correlação, R. Aproximadamente 33% da variação do comprimento do bico fruto pode ser explicada linearmente pela variável comprimento do fruto (figura 9). As demais correlações analisadas entre comprimento do bico do fruto com largura do fruto, comprimento do fruto com espessura da parede do fruto e espessura da parede do fruto em relação à largura do fruto não foram significativas. Esses resultados sugerem que em trabalhos de melhoramento genético da pimenta biquinho, os caracteres quantitativos de interesse devem ser selecionados individualmente. Esse fato pode ser confirmado através da observação dos próprios frutos que apresentaram grande diversidade de formatos e tamanhos entre as linhagens estudadas (figura 10).

7.3. Características Químicas

Os resultados obtidos para o conteúdo de capsaicina mostraram pouca diferença entre as linhagens avaliadas, com valores variando entre 95,58 a 272,70 SHUs para CNPH 35.103 e CNPH 35.099 respectivamente (Tabela 4). Os valores de capsaicina encontrados nesse experimento diferem dos resultados encontrados por Domenico *et. al* (2012), que não detectaram capsaicina para o acesso de pimenta biquinho analisado. Entretanto, Bontempo (2007) concluiu que as pimentas biquinho possuem picância considerada fraca e podem apresentar até 1000 unidades Scoville, resultado semelhante ao observado nesse trabalho (figura 11).

A concentração dessa substância nos frutos de pimenta pode ser afetada por fatores genéticos, ambientais e inclusive pelos tratos culturais. A mesma linhagem quando cultivada em diferentes locais pode apresentar variações nos conteúdos de capsaicinóides. Além disso, diferenças nas concentrações de capsaicinóides podem ser atribuídas a diferentes estádios de desenvolvimento do fruto, pois se observa o acúmulo dessas substâncias até o início do amadurecimento e um decréscimo a partir desse estágio (Bosland & Votava, 1999; Ribeiro *et al.*, 2008). A influência desses fatores pode explicar as diferenças observadas entre os autores.

8. Conclusões

Existe variabilidade genética em materiais comerciais de pimenta biquinho, *C. chinense* e esta pode ser alvo de programas de melhoramento. O avanço de gerações por autofecundação pode garantir que os caracteres de interesse permaneçam estáveis nas linhagens promissoras, como é o caso da produtividade e ausência de picância, em função do elevado grau de homozigose em que se encontram, aproximadamente 87,5%.

As linhagens CNPH 35.097 e CNPH 35.103, foram consideradas promissoras por apresentarem grande produtividade, aroma e parede do fruto mais espessa quando comparadas as demais, demonstrando que podem dar origem a uma cultivar de biquinho salmão.

As linhagens CNPH 35.094, CNPH 35.098 e CNPH 35.099, também se destacaram por apresentarem maior produtividade e vigor em campo, constituindo materiais de interesse.

Dessa forma concluí-se que materiais comerciais segregantes podem ser utilizados em programas de melhoramento genético a fim de que as demandas do agronegócio *Capsicum* por cultivares com maior produtividade, qualidade para processamento industrial e, sobretudo, com características estáveis possam ser atendidas.

9. Referências Bibliográficas

ALLARD, R.W. **Princípios de melhoramento genético das plantas**. São Paulo: Edgard Blücher, 381p. 1971.

AOAC Official Method 995.03. Capsaicinoids in *Capsicums* and Their Extractives. Liquid Chromatographic Method. First Action. 1995.

ANDREWS, J. **PEPPERS: The Domesticated *Capsicums***. Austin: University of Texas Press, 170p. 1984.

BARBIERI RL; NEITZKE RS. **Pimentas do gênero *Capsicum***. In: BARBIERI RL; STUMPF ERT (eds) *Origem e evolução de plantas cultivadas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.39-58. 2008.

BIANCHETTI, L.B.; CARVALHO, S.I.C. **Subsídios à coleta de germoplasma de espécies de pimenta e pimentões do gênero *Capsicum* (Solanaceas)**. In: WALTER, B.M.T., CAVALCANTI, T.B. **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal: teoria e prática**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p. 335-385. 2005.

BONTEMPO, M. **Pimenta e seus benefícios**. São Paulo: Alaúde, 2007.

BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers: Vegetable and spice *Capsicum***. Berkeley, Califórnia: Ten Speed Press, 240p. 2000.

BUSO, G.S.C. *et al.* **Espécies silvestres do gênero *Capsicum* coletadas na Mata Atlântica Brasileira e sua relação genética com espécies cultivadas de pimenta: uma primeira abordagem genética utilizando marcadores moleculares**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 22p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 7). 2001.

CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.; BUSTAMANTE, P.G.; SILVA DB. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp) da Embrapa Hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 49 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 49). 2003.

CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B.; RIBEIRO, C.S.C.; LOPES, C.A. **Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 27p. 2008.

CASALI, V.W.; COUTO, F.A.A. **Origem e botânica de *Capsicum***. Belo Horizonte: Informe Agropecuário. V.10: n.11, p.8-10. 1984.

CASALI, W.D.; STRINGHETA, P.C. **Melhoramento de pimentão e pimenta para fins industriais**. Informe Agropecuário: v.10: p.23-24p. 1984.

COSTA, L.V.; LOPES, M.T.G.; LOPES, R.; ALVES, S.E.M. **Polinização e fixação de frutos em *Capsicum chinense* Jacq**. Manaus: Acta Amazonia, v.38: n.2. 2008.

DEWITT, D., BOSLAND, P. W. **The Complete Chile Pepper Book – A Gardener's Guide to Choosing, Growing, Preserving and Cooking**. London: Portland, Timber Press. 2009.

DOMENICO, C.I.; COUTINHO, J.P.; GODOY, H.T.; MELO, A.M.T. **Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro**. Horticultura Brasileira: v.30: p.466-472. 2012.

GARDNER, C.O. **An evaluation of effects of mass selection and seed irradiation with thermal neutrons on yield of corn**. Madison: Crop Science, p.124-245. 1961.

HEISER, C. B. **Peppers – *Capsicum* (Solanaceae)**. Evolution of crop plants. London: Longman. p.449-451. 1995.

HENZ, G. P. **PERSPECTIVAS E POTENCIALIDADE DO MERCADO PARA PIMENTAS**. In: **I Encontro Nacional do Agronegócio Pimenta (*Capsicum* spp.)**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2004.

INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE. **Descriptors for *Capsicum* (*Capsicum* spp.).** Rome: IPGRI, 49p. 1995.

ISHIKAWA, K; JANOS, T; SAKAMOTO, S; NUNOMURA, O. **The contents of capsaicinoids and their phenolic intermediates in the various tissues of the plants of *Capsicum annuum* L.** *Capsicum* and Eggplant, Newsletter, v.17: p.22-25. 1998.

JARRET, R.L; BERKE, T. **Variation for fruit morphological characteristics in a *Capsicum chinense* Jacq. germplasm collection.** HortScience, v.43: p.1694-1697. 2008.

KOSUGE, S., FURUTA, M. **Studies on the Pungent Principle of Capsicum. Part XIV: Chemical Constitution of the Pungent Principle.** Journal of Agricultural and Biological Chemistry, v.34: p.248-256. 1970.

NASCIMENTO, W.M. **Mercado de sementes de pimentas no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DO AGRONEGÓCIO PIMENTAS (*Capsicum* spp.),** 2004. Anais. Brasília: Embrapa Hortaliças, (CD-ROM). 2004.

Pimenta - um mundo de cores e sabores. Panorama Rural, v.7, n.84, p.30-35. 2006.

GOMES, P.F. **Curso de Estatística Experimental.** 2.^a edição: Piracicaba, 1959.

PINO, J; GONZÁLEZ, M.; CEBALLOS, L.; CENTURIÓN-YAH, A.R.; TRUJILLOAGUIRRE, J.; LATOURNERIE-MORENO, L.; SAURI-DUCH, E. **Characterization of total capsaicinoids, color and volatile compounds of habanero chilli pepper (*Capsicum chinense* Jacq.) cultivars in Yucatan.** Food Chemistry : v.104: p.1682-1686. 2007.

RÊGO, E.R. **Diversidade, herança e capacidade combinatória em pimenta (*Capsicum baccatum*).** Viçosa: UFV, Tese doutorado. 2001.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). ***Capsicum: Pimentas e Pimentões no Brasil***. Brasília, DF: EMBRAPA Comunicação para Transferência de Tecnologia/ EMBRAPA Hortaliças, 133p. 2000.

RIBEIRO, C.S.C.; LOPES, C.A.; CARVALHO, S.I.C.; HENZ, G.P.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Eds.). ***Pimentas Capsicum***. Brasília: EMBRAPA HORTALIÇAS, 200p. 2000.

RUFINO, J. L. S.; PENTEADO, D. C. S. **Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta**. Informe Agropecuário, v. 27, n. 235, p.7-15. 2000.

SERENO, M.J.C.M; WIETHÖLTER, P.; TERRA, T.F. **Domesticação das plantas**. In: **BARBIERI, R.L; STUMPF, E.R.T. (eds) *Origem e evolução de plantas cultivadas***. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p.39-58. 2008.

SMITH, P.G.; HEISER, C.B. **Taxonomy of *Capsicum chinense* Jacq. and the geographic distribution of the cultivated *Capsicum* species**. Bulletin of the Torrey Botanical Club. v.84, n.6, p.413-420. 1957.

TIB - Trade Information Brief. ***Capsicum***. South African Development Community Trade Development: Pretoria. 44p. 2005.

10. Tabelas

Tabela 1. 50 acessos de pimenta biquinho salmão em F₂ obtidos após Seleção Massal Estratificada.

Identificador	Número
CNPH	35.000
CNPH	35.001
CNPH	35.002
CNPH	35.003
CNPH	35.004
CNPH	35.005
CNPH	35.006
CNPH	35.007
CNPH	35.008
CNPH	35.009
CNPH	35.010
CNPH	35.011
CNPH	35.012
CNPH	35.013
CNPH	35.014
CNPH	35.015
CNPH	35.016
CNPH	35.017
CNPH	35.018
CNPH	35.019
CNPH	35.020
CNPH	35.021
CNPH	35.022
CNPH	35.023
CNPH	35.024
CNPH	35.025
CNPH	35.026
CNPH	35.027
CNPH	35.028
CNPH	35.029
CNPH	35.030
CNPH	35.031
CNPH	35.032
CNPH	35.033
CNPH	35.034
CNPH	35.035
CNPH	35.036

CNPH	35.037
CNPH	35.038
CNPH	35.039
CNPH	35.040
CNPH	35.041
CNPH	35.042
CNPH	35.043
CNPH	35.044
CNPH	35.045
CNPH	35.046
CNPH	35.047
CNPH	35.048
CNPH	35.049

Tabela 2. 17 linhagens de pimenta biquinho salmão em F₂S₂ obtidos no segundo ciclo de autofecundações.

Identificador	Número	Geração Anterior
CNPH	35.093	CNPH 35.051 Autofecundado
CNPH	35.094	CNPH 35.052 Autofecundado
CNPH	35.095	CNPH 35.053 Autofecundado
CNPH	35.096	CNPH 35.056 Autofecundado
CNPH	35.097	CNPH 35.060 Autofecundado
CNPH	35.098	CNPH 35.068 Autofecundado
CNPH	35.099	CNPH 35.069 Autofecundado
CNPH	35.100	CNPH 35.072 Autofecundado
CNPH	35.101	CNPH 35.075 Autofecundado
CNPH	35.103	CNPH 35.079 Autofecundado
CNPH	35.104	CNPH 35.080 Autofecundado
CNPH	35.105	CNPH 35.081 Autofecundado
CNPH	35.106	CNPH 35.083 Autofecundado
CNPH	35.107	CNPH 35.085 Autofecundado
CNPH	35.108	CNPH 35.086 Autofecundado
CNPH	35.111	CNPH 35.091 Autofecundado
CNPH	35.112	CNPH 35.092 Autofecundado

Tabela 3. Média da produção por planta para cada uma das 17 linhagens analisadas.

Identificador	
CNPH	Média em Kg/planta
35.093	0,55
35.094	1,73
35.095	1,14
35.096	1,08
35.097	1,46
35.098	1,40
35.099	1,68
35.100	0,85
35.101	1,18
35.103	1,32
35.104	1,22
35.105	0,87
35.106	0,38
35.107	0,71
35.108	0,07
35.110	0,04
35.111	0,10

Tabela 4. Resultados da concentração de capsaicina em SHU com base no padrão A e B e a respectiva média para cada linhagem.

Linhagem	Quantificação em SHU com base no padrão A (0,15 mg/ml)	Quantificação em SHU com base no padrão B (0,015 mg/ml)	Média para cada linhagem em SHU
CNPH 35.093 Amostra 1	115,53	114,69	116,03
CNPH 35.093 Amostra 2	117,38	116,52	
CNPH 35.094 Amostra 1	203,49	204,89	185,90
CNPH 35.094 Amostra 2	167,04	168,19	
CNPH 35.099 Amostra 1	217,35	218,85	272,70
CNPH 35.099 Amostra 2	326,18	328,43	
CNPH 35.103 Amostra 1	89,89	89,24	95,58
CNPH 35.103 Amostra 2	101,96	101,22	

11. Figuras

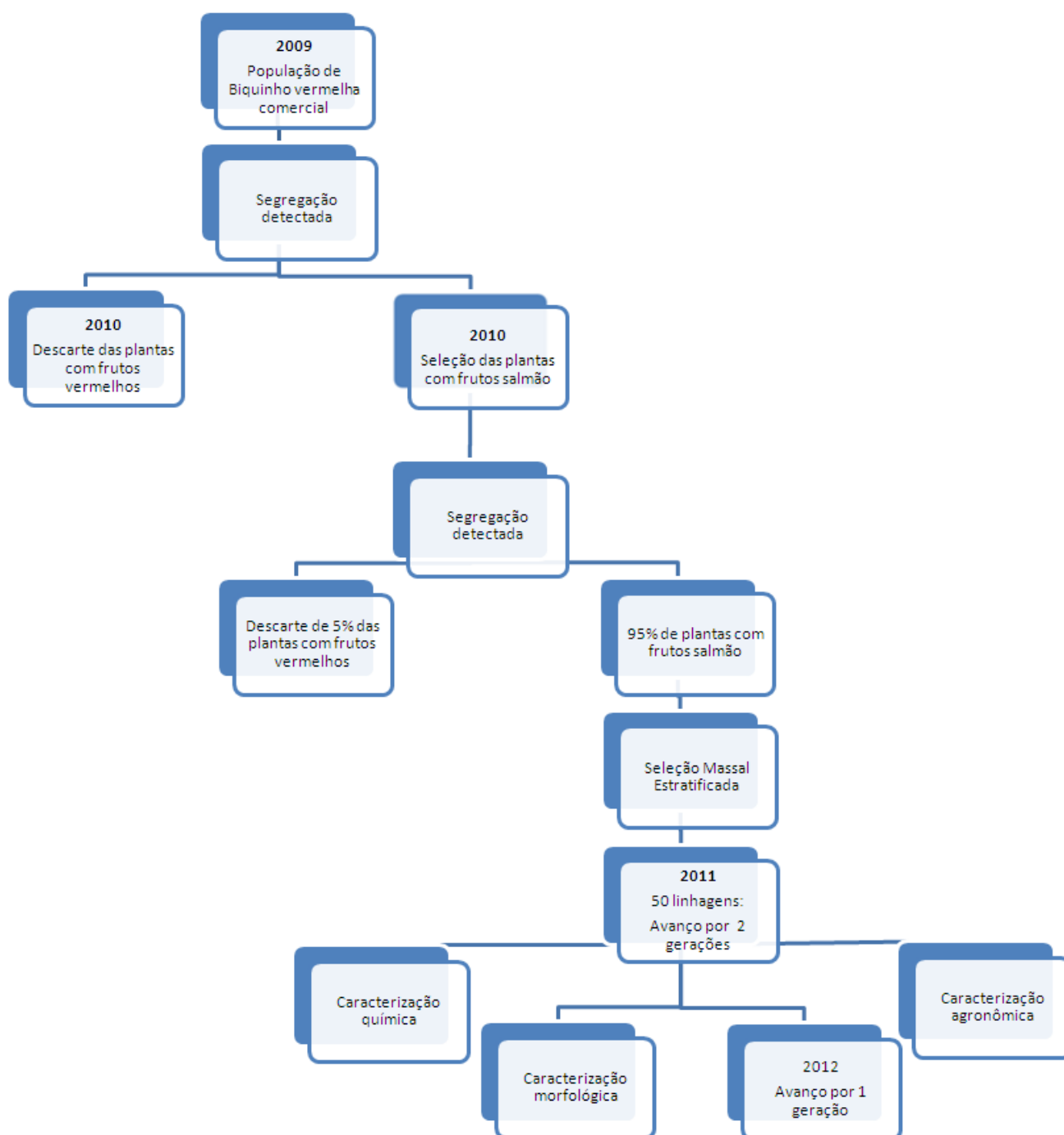


Figura 1. Fluxograma das atividades realizadas ao longo do programa de melhoramento genético da pimenta biquinho salmão.

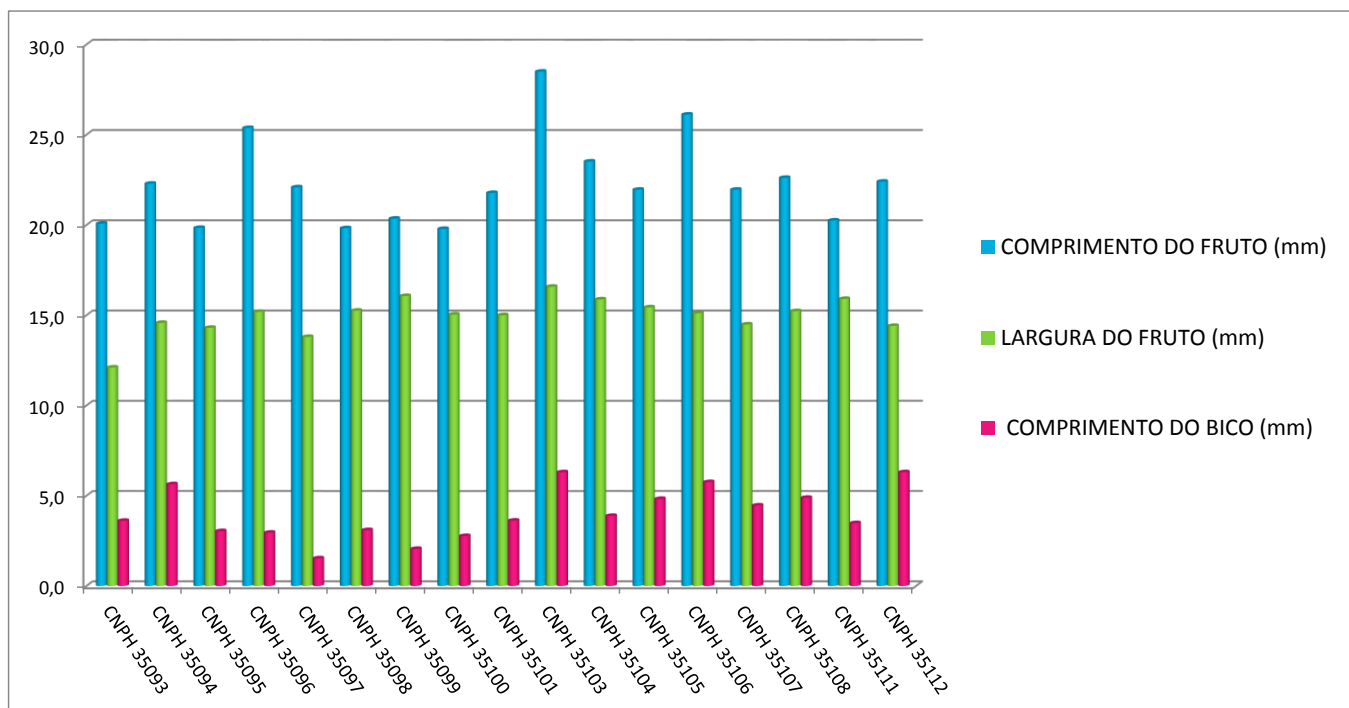


Figura 2. Valores médios de comprimento do fruto, largura do fruto e comprimento do bico (medido a partir de 5 mm de espessura) para as linhagens caracterizadas.

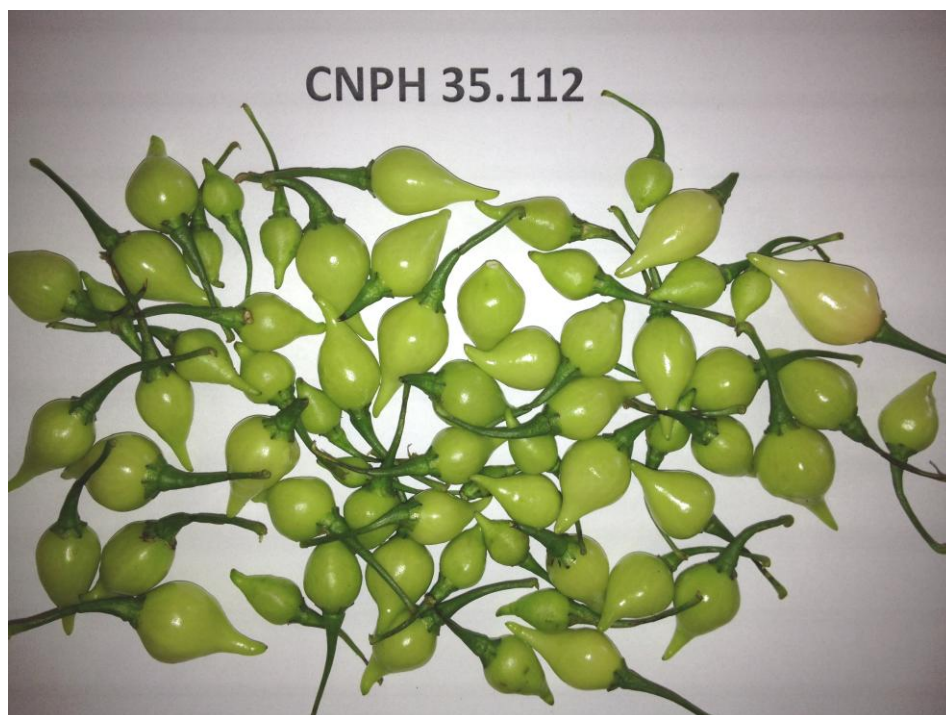


Figura 3. Amostra de frutos da linhagem CNPH 35.112.

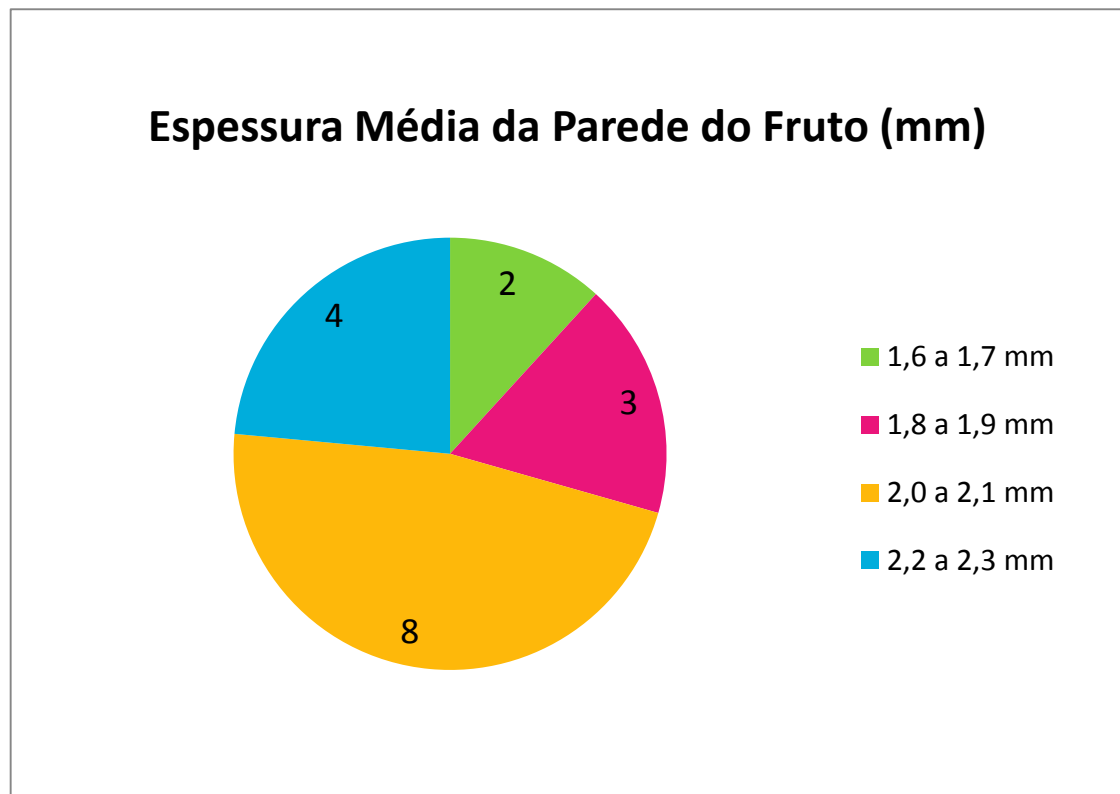


Figura 4. Número de linhas para cada categoria de espessura média da parede do fruto.

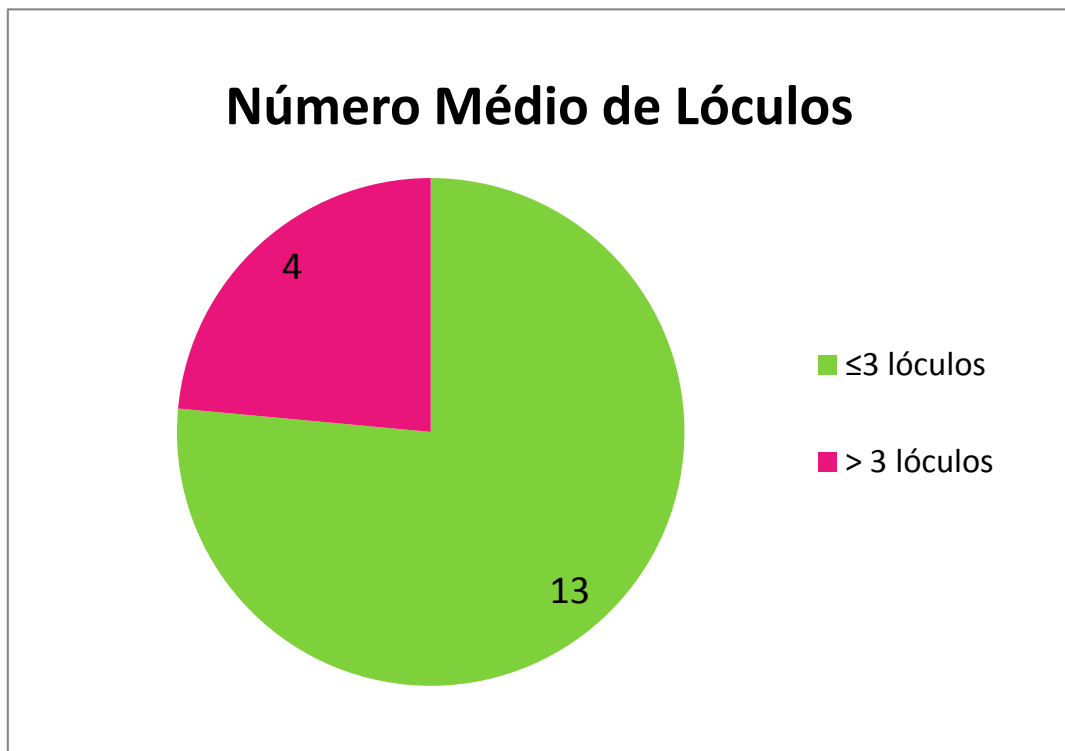


Figura 5. Número de linhagens para cada categoria de número médio de lóculos.

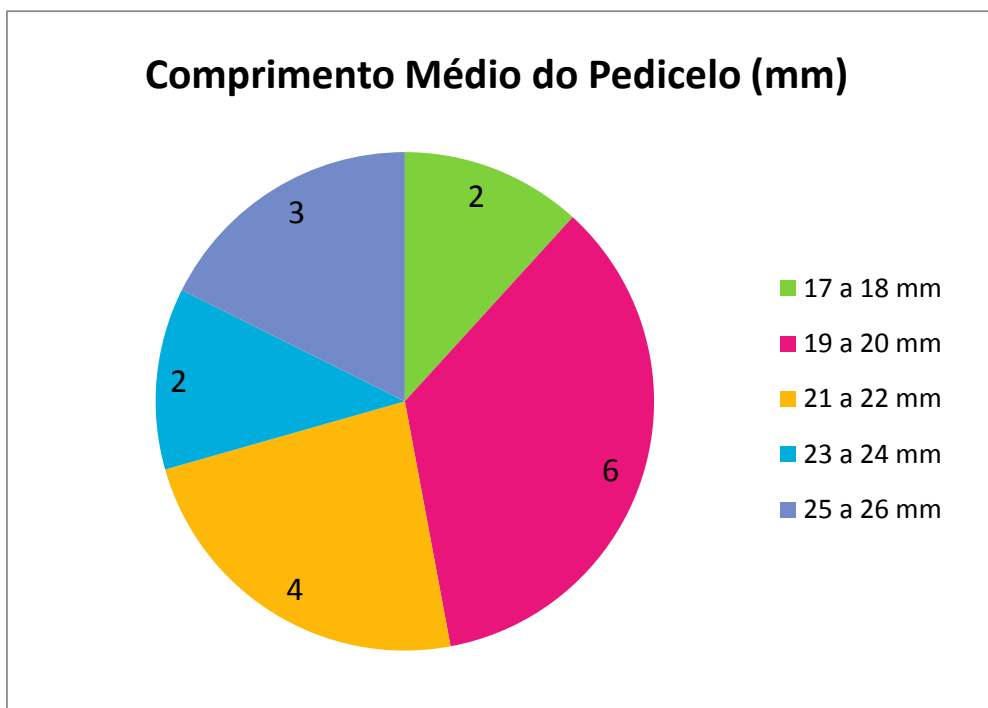


Figura 6. Número de linhagens para cada categoria de comprimento médio do pedicelo.

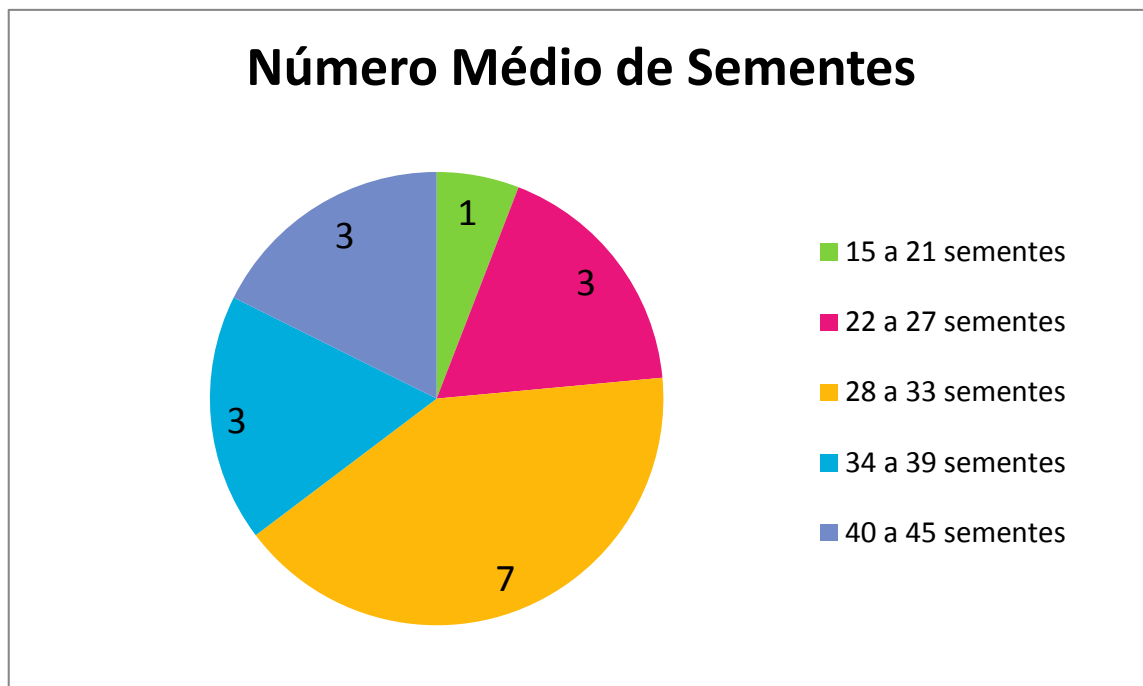


Figura 7. Número de linhagens para cada categoria do número médio de sementes por fruto.

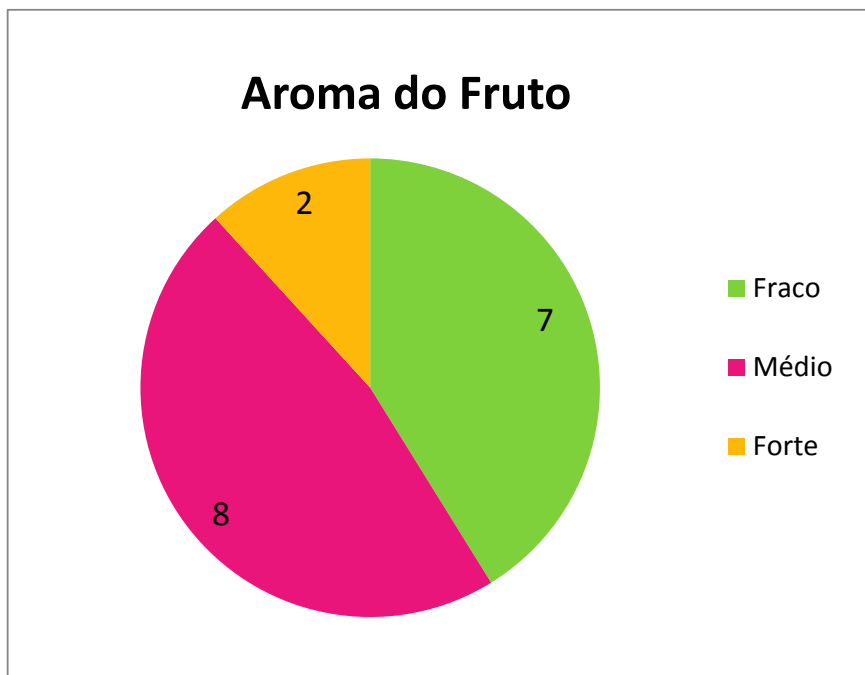


Figura 8. Número de linhagens para cada categoria de aroma do fruto.

ANOVA					
	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	1	10,52982502	10,52982502	7,093785	0,017709934
Resíduo	15	22,26559804	1,484373203		
Total	16	32,79542306			

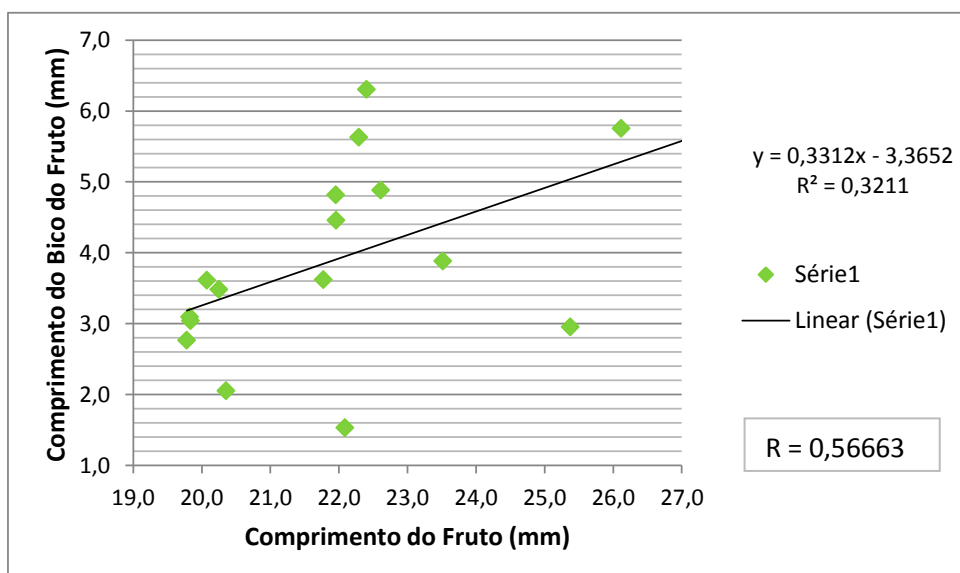


Figura 9. Regressão entre a média do comprimento do bico do fruto e o comprimento do fruto e coeficientes da análise da regressão. Valores significativos pelo teste F ANOVA a 0,05%.

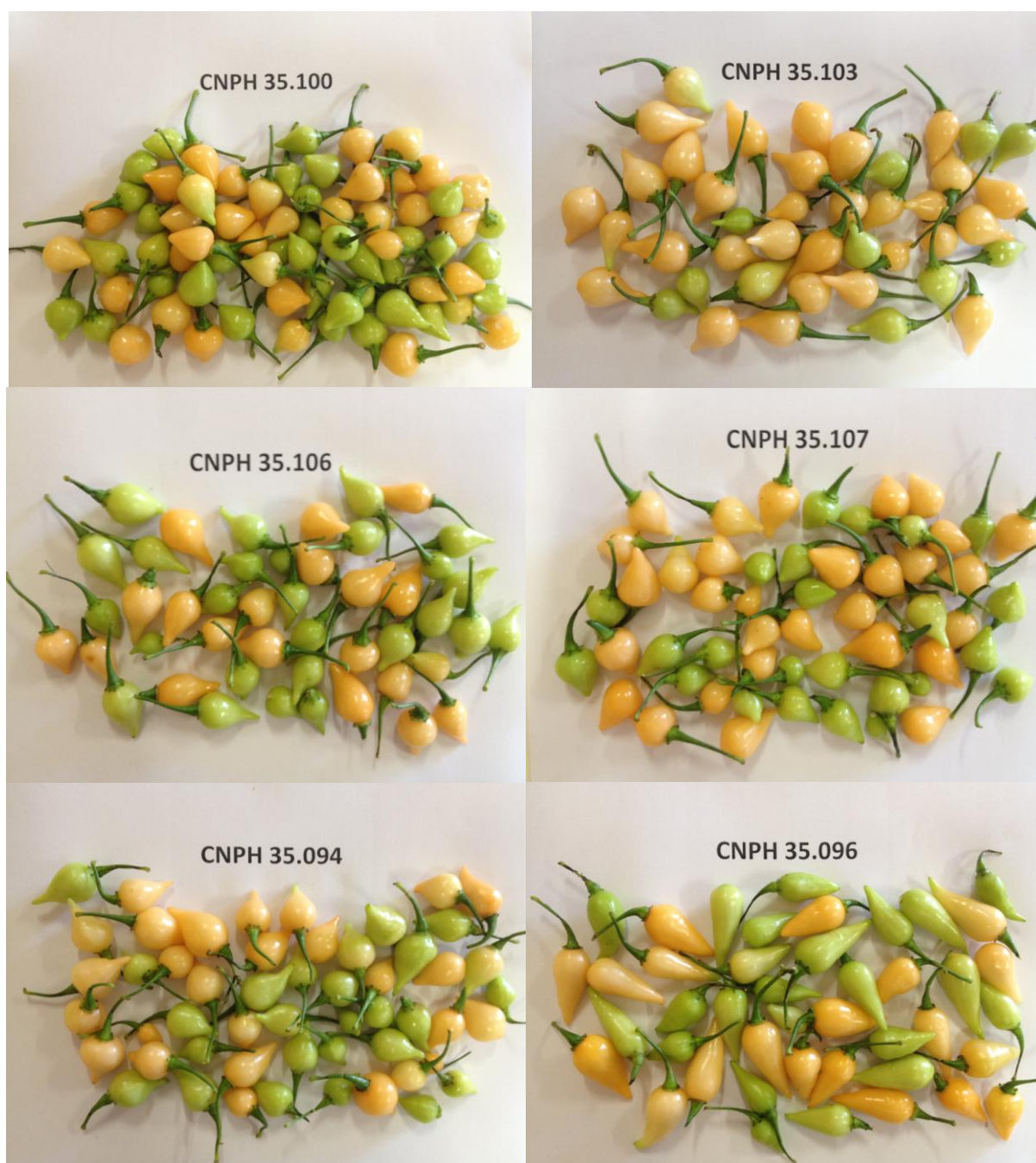


Figura 10. Amostra da diversidade de formas e tamanhos dos frutos entre as linhagens analisadas.

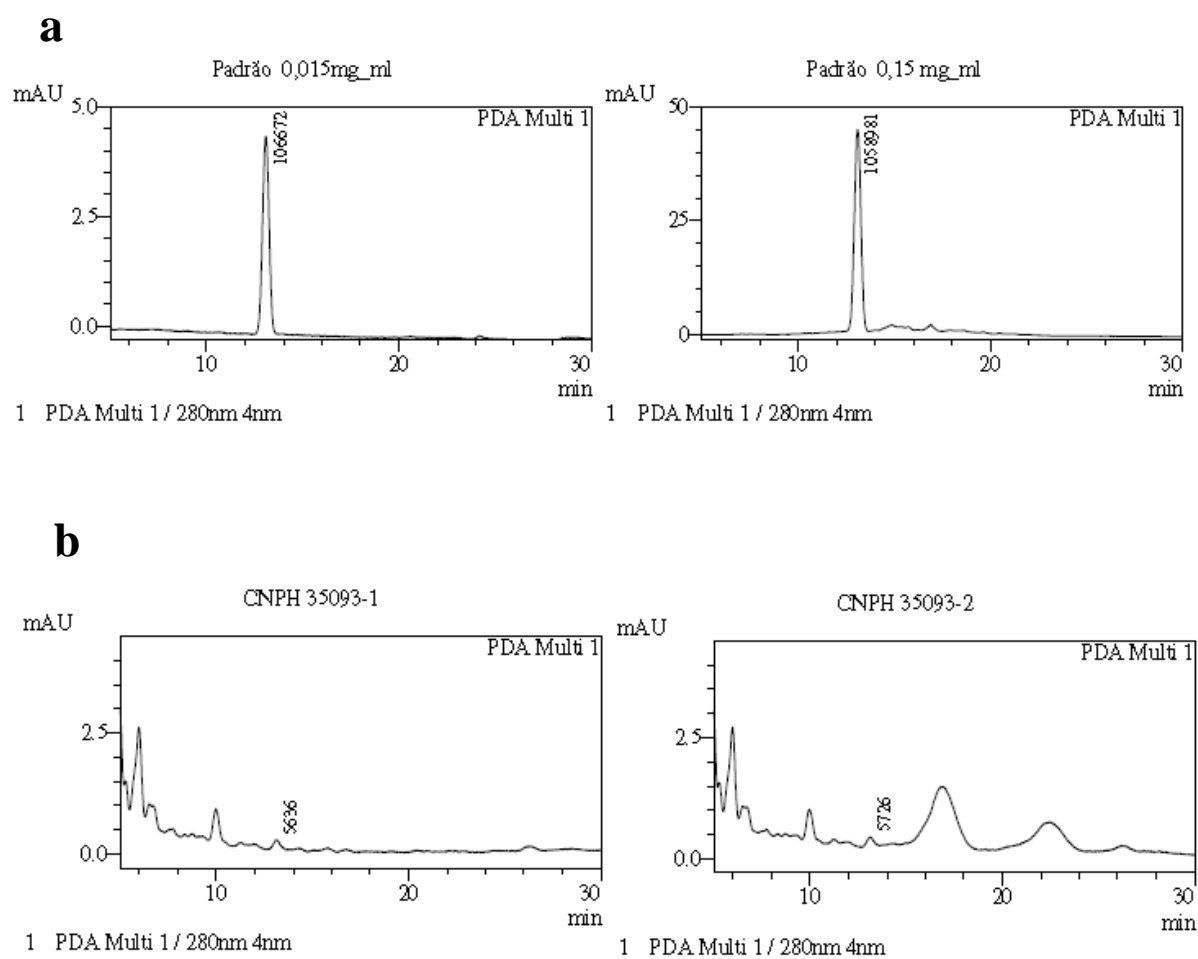


Figura 11. Cromatograma do HPLC da linhagem CNPH 35.093 mostrando o pico de capsaicina **(b)** em comparação com o cromatograma da capsaicina padrão **(a)**.